



GAODENG ZHIYE JIAOYU JIAOCAI

• 高等职业教育教材 •

食品理化与微生物检测实验

SHIPIN LIHUA YU WEISHENGWU JIANCE SHIYAN

• 张英 主 编 •



中国轻工业出版社

ZHONGGUO QINGGONGYE CHUBANSHE



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

· 高等学校食品专业教材 ·

食品理化与微生物检测实验

教育部高等学校食品类专业教学指导委员会规划教材 食品微生物与食品检验专业教材

· 主编 孙 颖 ·



中国石化出版社

北京市东城区东直门内大街22号 100027 电话: (010) 64523644

高等职业教育教材

食品理化与微生物 检测实验

张 英 主 编

唐旭蔚 副主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品理化与微生物检测实验/张英主编.--北京:中国轻工业出版社, 2004.1

高等职业教育教材

ISBN 7-5019-4065-7

I. 食… II. 张… III. 食品检验-高等学校: 技术学校-教材 IV. TS207

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 067722 号

责任编辑: 李亦兵 责任终审: 滕炎福 封面设计: 李云飞
版式设计: 郭文慧 责任校对: 燕杰 责任监印: 吴京一

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 北京工大印刷厂

经销: 各地新华书店

版次: 2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 10.5

字数: 270 千字

书号: ISBN 7-5019-4065-7/TS·2404

定价: 22.00 元

读者服务部电话(咨询): 010—88390691 88390105 传真: 88390106

(邮购): 010—65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010—65128898

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部 (邮购) 联系调换

30497J1X101ZBW

前 言

《食品理化与微生物检测实验》教材是根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》和《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》的精神编写而成。其主要内容包括食品检验基础知识、常用标准溶液的配制和标定、食品感官检验与物理检验、食品中营养成分的分析、食品中有毒有害物质和限制使用添加剂的分析检验、食品微生物学检验和综合训练等。

本教材编写以培养学生对食品进行全面品质检验和评价能力为主要目的,教材编写时主要突出以下特色:

(1) 根据食品检验岗位(岗位群)对知识、能力的要求,确定编写内容,力求涉及食品检验面广,对每类食品检验方法针对性强。

(2) 本书选择方法、原理和分析技术成熟、目前相关工作岗位常用的方法,尽量采用现行国家标准和各类企业标准,适当吸取国内外一些先进的分析技术,反映检验技术的先进性和发展趋势。

(3) 突出实验教材的特点,检测项目除介绍了实验主要仪器、试剂、操作步骤外,还对实验原理、操作注意事项加以详细说明,并配套相应的思考题。

(4) 根据食品检验岗位特点和实验教学的需求,配套了理化检验、微生物学检验基础知识和标准溶液配置、标定的内容。

(5) 加大了食品安全性检验内容所占比例。

(6) 添加了综合训练内容。

本教材实验项目涉及面广,各院校可根据各专业的特点,自行选择实验项目。本教材适合食品、农产品、水产品等专业检验

类课程实验教学使用；可供企事业单位相关科技人员作为参考书使用；也可作为食品、农产品等检验工种实操培训教材使用。

本教材由张英编写第一章（第一、二节），第二章（实验一、二、三），第四章（实验一、四~六、九~十一、十四），第五章（实验一~五、十三），第八章；唐旭蔚编写第六章，第七章（实验一~四）；黄国清编写第一章（第三节），第二章（实验七~九），第四章（实验十九~二十一），第五章（实验九~十二）；蔡淑萍编写第二章（实验四~六），第四章（实验二、三、七、八、十二、十三、十五~十八），第五章（实验十四）；徐晶编写第三章，第五章（实验六、十五~十七）；周向阳，张兵编写第五章（实验七、八）；加雪梅编写第七章（实验五~七）。全书由张英担任主编，唐旭蔚担任副主编，由从事食品理化检验教学和研究的张水华教授、食品微生物学检验教学和研究的杨汝德教授担任主审。

教材编写过程中，韶关大学、北京轻工职业技术学院、浙江金华职业技术学院、深圳农业科学研究中心化肥农药农产品质检站和深圳市南山区防疫站等单位相关部门给予了大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于水平有限，不足之处在所难免，请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 食品理化检验基础知识.....	1
第一节 食品理化检验总则.....	1
一、试剂	1
二、仪器	2
三、溶液浓度的基本表示方法	3
四、分析方法的一般要求	4
五、分析结果的表述	5
第二节 食品样品的采集与制备.....	7
一、采集食品样品的一般规则	7
二、采样工具	8
三、采样方法	9
四、样品制备	11
五、采样注意事项	12
第三节 食品样品的预处理	13
一、有机物破坏法	13
二、溶剂提取法	14
三、蒸馏法	16
四、色谱分离法	17
五、化学分离法	18
六、浓缩法	19
第二章 标准溶液的配制及其浓度标定	21
实验一 盐酸标准溶液的配制及其浓度标定	21
实验二 硫酸标准溶液的配制及其浓度标定	23
实验三 氢氧化钠和氢氧化钾标准溶液的配制及	

	其浓度标定	25
实验四	高锰酸钾标准溶液的配制及其浓度标定	28
实验五	草酸标准溶液的配制及其浓度标定	30
实验六	硝酸银标准溶液的配制及其浓度标定	31
实验七	碘标准溶液的配制及其浓度标定	33
实验八	硫代硫酸钠标准溶液的配制及其浓度标定	36
实验九	乙二胺四乙酸二钠盐标准溶液的配制及其浓度标定	38
第三章	食品感官检验及物理检验	42
实验一	各类罐头食品的感官检验	42
实验二	啤酒原麦汁浓度的测定	46
实验三	阿贝折光仪测定软饮料中可溶性固形物含量	49
实验四	旋光计法测定面粉中淀粉含量	55
实验五	碳酸饮料中二氧化碳含量的测定	58
实验六	食品密度的测定	59
第四章	食品中营养成分的分析	63
实验一	直接干燥法测定食品中水分含量	63
实验二	蒸馏法测定食品中水分含量	65
实验三	灼烧质量法测定食品中总灰分	67
实验四	食品总酸度的测定	68
实验五	食品有效酸度的测定	72
实验六	索氏提取法测定食品中脂肪含量	73
实验七	酸水解法测定食品中脂肪含量	76
实验八	碱性乙醚提取法测定牛乳中脂肪含量	78
实验九	凯氏定氮法测定食品中蛋白质含量	80
实验十	甲醛法测定调味品中氨基酸态氮含量	86
实验十一	直接滴定法测定食品中还原糖含量	88
实验十二	高锰酸钾法测定食品中总糖含量	93
实验十三	快速比色法测定食品中淀粉含量	98

实验十四	2,6-二氯酚滴定法测定果蔬中维生素 C 含量	100
实验十五	紫外法快速测定食品中维生素 C 含量	103
实验十六	三氯化锑比色法测定食品中维生素 A 含量	105
实验十七	高效液相色谱法测定食品中维生素 D 含量	109
实验十八	分光光度法测定食品中维生素 E 含量	112
实验十九	硫氰酸钾比色法测定食品中铁的含量	114
实验二十	三氯甲烷萃取比色法测定食品中碘的含量	116
实验二十一	高锰酸钾法测定食品中钙的含量	118
第五章 食品中有毒有害物质和限制使用添加剂的		
	分析检验	122
实验一	品红-亚硫酸比色法测定蒸馏酒及配制酒中 甲醇含量	122
实验二	高效液相色谱法测定畜禽肉中己烯雌酚 残留量	127
实验三	高效液相色谱法测定畜禽肉中土霉素、四环素、 金霉素残留量	131
实验四	薄层色谱法测定花生中黄曲霉毒素 (B ₁) 的含量	134
实验五	肉制品中苯并(a)芘含量的测定方法	142
实验六	气相色谱法测定食品中有机氯农药的残留量	148
实验七	胆碱酯酶抑制法测定有机磷农药残留量	152
实验八	气相色谱法测定蔬菜中乙酰甲胺磷农药 残留量	154
实验九	银盐法测定食品中砷的含量	157
实验十	石墨炉原子吸收光谱法测定食品中铅的含量	163
实验十一	原子吸收光谱法测定食品中锌的含量	167
实验十二	冷原子吸收光谱法测定食品中汞的含量	170

实验十三	盐酸萘乙二胺法测定肉制品中亚硝酸盐含量	173
实验十四	食品中合成色素的测定	176
实验十五	果汁中防腐剂山梨酸和苯甲酸的测定	181
实验十六	蘑菇罐头中 SO_2 含量的测定	184
实验十七	饮料中糖精钠含量的测定	188
第六章	食品微生物学检验基础知识	191
第一节	食品微生物学检验总则	191
一、	食品微生物学检验的内容	191
二、	食品微生物学检验的要求	192
第二节	食品微生物学检验样品采集	196
一、	采样原则	196
二、	样品种类	196
三、	采样方法	197
四、	采样数量	197
五、	采样标签	200
六、	送检及报告	200
七、	样品保存	200
第三节	食品微生物学检验方法	200
一、	显微镜检验	200
二、	培养检验	201
三、	生化试验	203
四、	血清学检验	206
五、	动物试验	206
第七章	食品微生物学检验	208
实验一	细菌菌落总数测定	208
实验二	大肠菌群数测定	214
实验三	食品中霉菌和酵母菌数的测定	225
实验四	沙门氏菌属检验	230

实验五	食品中副溶血性弧菌检验·····	249
实验六	食品中金黄色葡萄球菌检验·····	257
实验七	食品中溶血性链球菌检验·····	263
第八章	综合训练·····	269
第一节	食用植物油检验·····	269
项目一	食用植物油感官检验·····	269
项目二	食用植物油酸价测定·····	269
项目三	食用植物油过氧化值测定·····	270
第二节	啤酒的检验·····	272
项目一	啤酒样品的采集及制备·····	272
项目二	啤酒质量感官检验·····	274
项目三	啤酒苦味质的测定·····	275
项目四	啤酒色度的测定·····	277
第三节	乳与乳制品的检验·····	278
项目一	鲜乳质量感官检验·····	278
项目二	牛乳相对密度的测定·····	279
项目三	哥特里—罗紫法测定牛乳脂肪含量·····	281
第四节	罐头食品的检验·····	282
项目一	氯化物含量的测定·····	282
项目二	水的硬度测定·····	284
项目三	水产品中组胺的测定·····	287
项目四	食品中单宁的测定·····	289
附表 ·····		291
参考文献 ·····		323

第一章 食品理化检验基础知识

第一节 食品理化检验总则

食品企业主要以现行国家标准及地方、行业等标准规定的检测方法对生产食品的质量进行评价。本节针对现行国家标准及地方、行业等标准，就理化检验方法中的试剂、仪器、溶液浓度、分析操作方法及分析结果等项内容的一些问题进行说明，这些说明将有助于我们在工作岗位上正确地理解检验方法中表述的内容，规范地完成分析操作，得到准确的分析结果。

一、试 剂

食品理化检验使用的试剂除特别注明外，一般为分析纯试剂。乙醇除特别注明外，系指 95% 的乙醇。水除特别注明者外，均为蒸馏水或去离子水。常用的酸碱试剂有盐酸、硫酸、硝酸、磷酸及氨水等，如果没有指明浓度，即为市售的浓盐酸、浓硫酸、浓硝酸、浓磷酸及浓氨水等。常用市售酸碱试剂见表 1-1。

表 1-1 常用酸碱试剂

试 剂 名 称	分子式	相对分子质量 (M_r)	密度 (ρ)/(g/mL)	质量分数 (ω)/%	物质的量浓度 (c_B)/(mol/L)
浓硫酸	H_2SO_4	98.08	1.84	96	18
浓盐酸	HCl	36.46	1.19	37	12
浓硝酸	HNO_3	63.01	1.42	70	16
浓磷酸	H_3PO_4	98.00	1.69	85	15

续表

试 剂 名 称	分子式	相对分子质量 (M_r)	密度 (ρ)/(g/mL)	质量分数 (ω)/%	物质的量浓度 (c_B)/(mol/L)
冰醋酸	CH_3COOH	60.05	1.05	99	17
高氯酸	HClO_4	100.46	1.67	70	12
浓氢氧化钠溶液	NaOH	40.00	1.43	40	14
浓氨水	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	17.03	0.90	28	15

二、仪 器

食品检验中使用的玻璃仪器和玻璃器皿需按规定要求彻底洗净后才能使用。沾污的玻璃仪器和玻璃器皿，要根据沾污物的性质采用不同的洗涤液，通过化学或物理作用，有效地将其洗净。

常用洗涤液的配制和使用方法如下。

(1) 重铬酸钾-浓硫酸洗液 (g/L)：称取化学纯重铬酸钾 100g 于烧杯中，加入 100mL 水，微加热，使其溶解。把烧杯放于冷水浴中冷却后，慢慢加入浓硫酸，边加边用玻璃棒搅拌，防止硫酸溅出。开始混合时有沉淀析出，但当硫酸加到一定量时，沉淀会逐渐溶解。加硫酸定容至溶液总体积为 1000mL。该洗液是强氧化剂，但氧化作用比较慢，直接接触器皿数分钟至数小时才有作用。仪器用此洗液洗净后，要用自来水充分冲洗 7~10 次，最后用纯水淋洗 3 次。

(2) 肥皂洗涤液、碱洗涤液、合成洗涤剂洗涤液：配制一定浓度，主要用于油脂和有机物的洗涤。

(3) 氢氧化钾-乙醇洗涤液 (100g/L)：称取 100g 氢氧化钾，用 50mL 水溶解后，加工业乙醇定容至 1L。该洗液适合洗涤油垢和树脂等。

(4) 酸性草酸或酸性羟胺洗涤液：称取 10g 草酸或 1g 盐酸羟胺，溶于 10mL 盐酸 (1+4) 中。该洗涤液适合洗涤氧化性物

质，用于沾污在器皿上的氧化剂时，酸性草酸作用慢，而酸性羟胺作用快且易洗净。

(5) 硝酸洗涤液：常用浓度为 (1+9) 或 (1+4)，主要用于浸泡、清洗测定金属离子的器皿。一般浸泡过夜，取出后用清水冲洗，再用去离子水或重蒸水冲洗。

食品检验中常用的控温设备有恒温水浴锅、恒温烘箱（恒温干燥箱）、高温电炉（马福炉）等；测量仪器有天平、酸度计、温度计、分光光度计、色谱仪、滴定管、移液管、容量瓶、刻度吸管等。以上设备、仪器均需按照国家有关规程进行测试和校正。

水浴除回收有机溶剂或特别注明温度外，均系指沸水浴。烘箱除特别注明外，均系指 100~105℃ 烘箱。

三、溶液浓度的基本表示方法

溶液浓度通常是指在一定量的溶液中所含溶质的量。食品理化检验中常用的浓度表示方法有以下几种。

(1) 质量分数 (%)：系指溶质的质量与溶液的质量之比，可用符号 ω_B 表示，B 代表溶质。如 $\omega_{\text{HCl}} = 0.37$ ，也可以用“百分数”表示，即 $\omega_{\text{HCl}} = 37\%$ ，表示 100g 溶液中含有 37g 氯化氢。市售浓酸、浓碱大多用这种方法表示浓度。如果分子和分母的质量单位不同，则质量分数应加上单位，如：mg/g、 $\mu\text{g/g}$ 、ng/g ($1\mu\text{g} = 1000\text{ng}$)。

(2) 体积分数 (%)：系指在相同的温度和压力下，溶质的体积与溶液的体积之比，可用符号 φ_B 表示，B 代表溶质。如： $\varphi_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = 0.8$ ，也可以用“百分数”表示，即 $\varphi_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = 80\%$ ，表示 100mL 溶液中含有 80mL 无水乙醇。将原装液体试剂稀释时，多采用这种浓度表示法。

(3) 质量浓度 (g/L)：系指溶质的质量与溶液的体积之比，可用符号 ρ_B 表示，B 代表溶质。如 $\rho_{(\text{NaOH})} = 10\text{g/L}$ ，指 1L 溶液中

含有 10g 氢氧化钠。当浓度很稀时，可用 mg/L、 $\mu\text{g/L}$ 、ng/L 表示。

(4) 比例浓度：系指各组分的体积比。如：正丁醇-氨水-无水乙醇 (7 : 1 : 2) 或 (7+1+2)，指 7 体积正丁醇、1 体积氨水和 2 体积无水乙醇混合而成的溶液。

(5) 物质的量浓度 (mol/L)：系指溶质的物质的量与溶液的体积之比，可用符号 c_B 表示，B 代表溶质的基本单元。如： $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2\text{mol/L}$ ，表示 1L 乙酸溶液中含有 2mol 乙酸。

(6) 滴定度 (g/mL)：系指 1mL 标准溶液相当于被测物的质量，可用 $T_{s/x}$ 表示，s 代表滴定剂（标准溶液）的化学式，x 代表被测物的化学式。如： $T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0.005316\text{g/mL}$ ，表示 1mL 盐酸标准溶液相当于 0.005316g 碳酸钠。

此外，食品检测中经常以液体的滴作为量的单位，液体的滴系指蒸馏水自标准滴管自然滴下的 1 滴的量，在 20℃ 时 20 滴相当于 1mL。

食品检验方法中的“溶液”除特别注明外，均指水溶液。

四、分析方法的一般要求

在食品检验方法中，“称取”系指用天平进行的称量操作，其准确度用数值的有效数字的位数表示。如：“称取 20.0g……”，则要求称量的准确度为 $\pm 0.1\text{g}$ ；“称取 20.00g……”，则要求称量的准确度为 $\pm 0.01\text{g}$ 。“准确称取”系指必须用分析天平进行的称量操作，其准确度为 $\pm 0.0001\text{g}$ 。“准确称取约”系指准确度必须为 $\pm 0.0001\text{g}$ ，但称取量可接近所列的数值（不超过所列数值的 $\pm 10\%$ ）。恒量系指在规定条件下，供试样品连续两次灼烧或干燥后称定的质量之差不超过规定的范围。“量取”系指用量筒或量杯量取液体物质的操作，其准确度用数值的有效数字的位数表示。“吸取”系指用移液管或刻度吸量管吸取液体物质的操作，其准确度用数值的有效数字的位数表示。“空白实验”系

指不加样品，而采用完全相同的分析步骤、试剂及用量（滴定法中标准滴定液的用量除外）进行平行操作，所得结果用于扣除样品中的试剂本底和计算检验方法的检测限。

五、分析结果的表述

食品检验中直接或间接测定的结果，一般都要用数字表示，这个数字与数学中的“数”不同，它的计算与取舍应遵循有效数字的运算规则及数字的修约规则。

1. 有效数字的运算规则

(1) 除有特殊规定外，一般可疑数表示末位 1 个单位的误差。

(2) 进行复杂运算时，中间过程要多保留一位有效数，最后结果取应有位数。

(3) 进行加减法计算时，其结果中小数点后有效数字的保留位数应与参加运算的各数中小数点后位数最少的相同。

(4) 进行乘法计算时，其结果中有效数字的保留位数应与参加运算的各数中有效数字位数最少的相同。

2. 数字的修约规则

数字的修约规则通常称为“四舍六入五成双”法则，具体要求如下。

(1) 在拟舍弃的数字中，若左边第一个数字小于 5（不包括 5）时，则舍去，即所拟保留的末尾数字不变。例如：将 14.2432 修约到保留一位小数，修约后为 14.2。

(2) 在拟舍弃的数字中，若左边第一个数字大于 5（不包括 5）时，则进一，即所拟保留的末尾数字加 1。例如：将 26.4843 修约到保留一位小数，修约后为 26.5。

(3) 在拟舍弃的数字中，若左边第一个数字等于 5 时，而其右边的数字并非全部为零时，则进 1，即所拟保留的末尾数字加 1。例如：将 1.0510 修约到保留一位小数，修约后为 1.1。

(4) 在拟舍弃的数字中，若左边第一个数字等于 5 时，而其右边的数字全部为零时，那么所拟保留的末尾数字为奇数则进 1，为偶数（包括 0）则不变。例如：将 0.3500、0.4500、1.0500 修约到保留一位小数，修约后分别为 0.4、0.4、1.0。

(5) 在拟舍弃的数字中，若为两位以上数字时，不得连续多次修约，应根据所拟舍弃数字中左边第一位数字的大小，按上述规定一次修约，得出结果。例如：将 15.4546 修约成整数，正确的修约结果为 15，而不正确的做法是：15.4546 → 15.455 → 15.46 → 15.5 → 16。

测定过程中要按照仪器的精度确定有效数字的位数，运算后的数字还要进行修约。平行样品的测定，其结果报告算术平均值。进行结果表述时，测定的有效数字的位数一般应满足卫生标准的要求，甚至高出卫生标准的要求，即报告的结果比卫生标准的要求多一位有效数，如：铅含量的卫生标准为 1mg/kg，报告值可为 1.0mg/kg。样品测定值的单位应与卫生标准一致，常用单位有：g/kg、g/L、mg/kg、mg/L、μg/kg、μg/L 等。计量单位应为中华人民共和国法定计量单位，一律采用法定的名称及其符号，并以“等物质的量的规则”进行计算。分析检测中常用的量及其单位的名称和符号见表 1-2。

表 1-2 分析检测中常用的量及其单位的名称和符号

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	倍数与分数单位
物质的量	n_B	摩[尔]	mol	mmol 等
质量	m	千克	kg	g、mg、μg 等
体积	V	立方米	m^3	L(dm^3)、mL 等
摩尔质量	M_B	千克每摩[尔]	kg/mol	g/mol 等
摩尔体积	V_m	立方米每摩[尔]	m^3/mol	L/mol 等
物质的量浓度	c_B	摩[尔]每立方米	mol/ m^3	mol/L 等
质量分数	ω_B	—	%	—
质量浓度	ρ_B	千克每立方米	kg/ m^3	g/L、g/mL 等